

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



Проректор
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Профиль/программа подготовки Лазерные и квантовые технологии

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
7	5/180	36	18	18	81	Экзамен (27 час.), КР
Итого	5/180	36	18	18	81	Экзамен (27 час.), КР

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Лазерные технологии» являются развитие у студентов компетенций, которые позволяют: применять основные методы определения физических параметров лазерного излучения, физические принципы и аппаратную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях; – подготовить их к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия и коммуникабельности; – использовать совокупность средств и способов человеческой деятельности, направленной на проектирование, конструирование, технологию производства и эксплуатацию приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного функционального назначения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Лазерные технологии» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП учебного плана по направлению 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии». Изучение дисциплины предполагает наличие у студентов знания, умения и компетенции, полученные обучающимися в средней образовательной школе, а так же в первый год обучения в вузе дисциплин естественнонаучного блока: математики, физики, химии.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>ПК-1</i>	<i>Частичное освоение компетенции</i>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• типовую структуру описания научного исследования на этапе его планирования;• примеры постановки задач научных исследований в области лазерной техники и лазерных технологий и в смежных областях. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• работать с источниками информации о программах финансовой поддержки научных исследований;• определять актуальность планируемых научных исследований на основе анализа источников научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none">• навыки составления описания планируемого научного исследования;• навыки использования междисциплинарного подхода при анализе научно-технической проблемы и планировании исследований в области лазерной техники и лазерных технологий.
<i>ПК-2</i>	<i>Частичное освоение компетенции</i>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">• методы и средства измерений параметров лазерного излучения;• методы математического моделирования в области профессиональной деятельности;• требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">• измерять параметры лазерного излучения;• разрабатывать модели исследуемых процессов и явлений в области профессиональной деятельности;• участвовать в теоретических и экспериментальных

		<p>исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий.</p> <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки целенаправленного планирования экспериментов; • проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов; <p>навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований.</p>
ПК-4	Частичное освоение компетенции	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик; • выполнять расчёт параметров волоконных лазерных систем и входящих в них компонентов. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем; • навыки расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение	7	1	2	-	-	10	1/50	
2	Принцип действия лазеров. Структурная схема лазера. Основные свойства лазерного излучения.	7	2-3	9	3	3	22	7/46	
3	Оптические резонаторы Процессы и способы накачки.	7	4-5	8	3	3	18	7/50	рейтинг-контроль №1
4	Параметры и характеристики лазерного излучения	7	6-7	8	6	6	22	10/50	рейтинг-контроль №2
5	Режимы работы лазеров. Особенности основных режимов. Классификация и типы лазеров. Газовые лазеры.	7	8-9	9	6	6	9	9/43	рейтинг-контроль №3
Наличие в дисциплине КП/КР		7	9	+					Курс.раб
Итого по дисциплине		7	9	36	18	18	81	34/47	Экзамен (27 час.), Курс.раб

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение.

Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Сравнение лазера с другими источниками энергии. Краткий исторический очерк. Современное состояние и перспективы развития лазеров.

Раздел 2. Принципы действия лазеров.

Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические переходы. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Активная среда и инверсия населенностей. Способы создания инверсии в различных средах. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Насыщение усиления.

Раздел 3. Структурная схема лазера.

Основные элементы лазера и их роль. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль спонтанного излучения в развитии генерации. Классификация лазеров.

Раздел 4. Основные свойства лазерного излучения.

Монохроматичность. Когерентность. Направленность. Яркость. Поляризованность. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из его свойств излучения.

Раздел 5. Оптические резонаторы.

Резонатор как оптический волновод. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Моды резонатора и их обозначение. Плоский и конфокальный резонаторы и их свойства. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик.

Раздел 6. Процессы и способы накачки.

Способы создания инверсии в различных средах. Оптическая накачка. Системы оптической накачки. Скорость и эффективность оптической накачки.

Электронная накачка. Возбуждение электронным ударом. Эффективность накачки. Ее особенности и недостатки. Возбуждение посредством резонансной передачи энергии. Упругие и неупругие соударения.

Селективные способы накачки: фотодиссоциация, фотовозбуждение. Электронный пучок.

Раздел 7. Параметры и характеристики лазерного излучения.

Энергетические, временные, спектральные и пространственные характеристики лазерного излучения. Расходимость, длина волны. Понятие ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта. Эксплуатационные параметры лазеров.

Раздел 8. Режим работы лазеров. Особенности основных режимов.

Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности резонатора. Режим синхронизации мод. Многомодовый, одномодовый и одночастотный режимы генерации лазера.

Раздел 9. Классификация и типы лазеров. Классификация по типу активной среды. Классификация по способу накачки. Классификация по режиму работы. Главные достоинства и недостатки основных типов лазеров.

Раздел 10. Газовые лазеры.

Общие особенности и типы газовых лазеров. Обеспечение инверсии в газовых лазерах. Газовые лазеры на нейтральных атомах. Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов. Молекулярные газовые лазеры. Требования к рабочему веществу мощных газовых лазеров с высоким КПД. Механизм инверсии. Роль азота и гелия. CO_2 - лазеры с продольной прокачкой. CO_2 - лазеры с поперечной прокачкой газа. ТЕА CO_2 - лазеры. Газодинамические лазеры. Лазеры на эксимерах. Химические лазеры.

Раздел 11. Твердотельные лазеры.

Общие особенности и типы твердотельных лазеров. Системы оптической накачки. Активные среды. Трехуровневые и четырехуровневые твердотельные лазеры. Перестраиваемые твердотельные лазеры. Перспективы развития.

Раздел 12. Жидкостные лазеры.

Общие особенности и типы жидкостных лазеров. Лазеры на растворах органических красителей. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.

Раздел 13. Полупроводниковые лазеры.

Общие особенности. Создание инверсии в полупроводниках. Лазеры с электронной накачкой. Инжекторные лазеры. Лазеры на гомоструктурах и гетероструктурах.

Раздел 14. Лазеры на свободных электронах, рентгеновские и гамма - лазеры. Основные особенности, проблемы и тенденции развития.

Раздел 15. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.

Раздел 16. Техника безопасности при работе с лазерами.

Требование, нормы и правила безопасности при производстве, монтаже, юстировке и

работе с лазерами и лазерными установками.

Раздел 17. Применение лазеров и тенденции развития.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1. Исследование свойств оптических резонаторов.

Раздел 2. Исследование работы лазера в режиме модуляции добротности резонатора.

Раздел 3. Исследование работы газовых лазеров различных типов.

Раздел 4. Исследование работы твердотельного лазера.

Раздел 5. Исследование полупроводникового лазера.

Раздел 6. Изучение конструктивных элементов газовых и твердотельных лазеров.

Содержание практических занятий по дисциплине

1. Смоделировать прохождение лазерным лучом интерферометра Маха-Зендера в формализме векторов состояния и матриц плотности.

2. Решить систему дифференциальных уравнений модели одномодового технологического лазера.

3. Смоделировать прохождение лазерного излучения через оптическую систему.

4. Исследовать влияние внешнего электрического поля на частоту излучения лазера.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Лазерные технологии» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

–Активные и интерактивные формы обучения (*все практические занятия, самостоятельная работа*);

–Самостоятельная работа студентов (*самостоятельная работа*);

–Мультимедийные технологии обучения (*лекционные занятия*);

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Примерный перечень вопросы рейтинг-контроля:

Вопросы рейтинг-контроля №1

1. Историческая хронология начальных этапов квантовой электроники.

2. Волновая теория открытых резонаторов.

3. Гауссовы пучки.

4. Волноводные резонаторы.

5. Режим модулированной добротности резонатора.

Вопросы рейтинг-контроля №2

1. Методы селекции продольных типов колебаний.

2. Методы селекции поперечных типов колебаний.

3. Пространственная и временная когерентность излучения.

4. Кольцевые лазеры и методы анализа встречных волн.

5. Лазеры на твердом теле.

Вопросы рейтинг-контроля №3

1. Лазеры на органических хеллатах.

2. Лазеры на красителях.

3. Твердотельные лазеры с накачкой от диодов полупроводниковых лазеров.

4. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.

5. Лазеры на углекислом газе (СО₂-лазер).

Вопросы для контроля самостоятельной работы

1. Принцип действия CO₂ лазеров непрерывного действия и их конструктивные особенности.
2. Принцип действия твердотельных YAG:Nd³⁺ лазеров.
3. Способы управления параметрами лазерного излучения, получение гигантского импульса.
4. Основные типы оптических затворов и их принцип действия.
5. Способы управления лазерным излучением при непрерывной и импульсной накачке.
6. Методы управления параметрами лазерного излучения в пространстве.
7. Принципы и схемы построения лазерных технологических комплексов.
8. Конструктивные особенности лазерных комплексов по резке металлических материалов.
9. Схемы и технологию лазерных маркеров и граверов.
10. Схемы и физические принципы лазерных комплексов по сварке и наплавке.
11. Нормы и методы по технике безопасности при работе с лазерами.
12. Основные физические процессы. Сопровождающие силовое воздействие лазерного излучения на вещество.
13. Тепловые процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом.
14. Основные стадии взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Примерные темы курсовых работ

1. Лазеры и нелинейная оптика.
2. Эффект удвоения частоты.
3. Вынужденное рассеяние света.
4. Двухфотонное и многофотонное поглощение.
5. Нелинейный фотоэффект.
6. Физическая основа голографии.
7. Лазеры и опорное направление.
8. Лазерные неразрушающие методы контроля.
9. Лазерные системы записи и хранения информации.
10. Лазерные технологии при обработке различных материалов.
11. Лазерные лидары.
12. Лазерные системы связи.
13. Применение лазеров для получения высокотемпературной плазмы.
14. Лазерные технологии резки лазером неметаллических материалов.
15. 30. Лазерные технологии маркировки изделий.
16. Волноводные лазеры и области их применения.
17. Лазерные технологии гравировки.
18. Лазерные технологии сварки.
19. Лазерные технологии упрочнения поверхности отжига и металлических изделий.
20. Лазерные 3D технологии.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Лазерная наплавка. Назначение и сущность наплавки.
2. Требования, предъявляемые к процессу наплавки.
3. Недостатки традиционных способов наплавки и преимущества лазерной наплавки.
4. Наплавочные материалы.
5. Лазерная маркировка и гравировка. Суть и назначение процессов.
6. Достоинства лазерной маркировки. Схемы лазерной маркировки.
7. Лазерная обработка отверстий.
8. Сущность процессов (физических, металлургических), происходящих при одноимпульсной и многоимпульсной обработке отверстий.
9. Преимущества лазерной пробивки отверстий.
10. Лазерная технология послойного изготовления трехмерных объектов. Принципы и схемы формирования деталей (объектов).
11. Лазерные технологии в микроэлектронике.
12. Виды лазерных технологических процессов, применяемых в микроэлектронике.
13. Основные преимущества и недостатки лазерных технологий в микроэлектронике.
14. Лазерная динамическая балансировка деталей.

15. Назначение и суть лазерной балансировки.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература*			
Аракелян С.М., Введение в фемтонанофотонику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов : учебное пособие / С.М. Аракелян, А.О. Кучерик, В.Г. Прокошев, В.Г. Рау, А.Г. Сергеев; под общ. ред. С.М. Аракеяна - М. : Логос, 2017. - 744 с. - ISBN 978-5-98704-812-2	2017		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048122.html (дата обращения: 23.01.2020).
Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2027-8.	2018		https://e.lanbook.com/book/101825
Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2027-8.	2018		https://e.lanbook.com/book/101825
Дополнительная литература			
Шандыбина, Г. Д. Информационные лазерные технологии : учебное пособие / Г. Д. Шандыбина, В. А. Парфенов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2008. — 107 с. — ISBN 2227-8397.	2008		http://www.iprbookshop.ru/66477.html
Федоров, Б. М. Технология и оборудование лазерной обработки. Часть 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу «Технология лазерной обработки» / Б. М. Федоров, Н. А. Смирнова. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 36 с. — ISBN 978-5-7038-3831-0.	2014		http://www.iprbookshop.ru/31648.html
3. Щапова И.А., Основы оптоэлектроники и лазерной техники [Электронный ресурс] / И.А. Щапова - М. : ФЛИНТА, 2017. - 235 с. - ISBN 978-5-9765-0040-4	2017		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976500404.html

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические занятия проводятся в аудитории (или компьютерном классе), оборудованной мультимедийным оборудованием (430-3, 431-3 или аналогичной аудитории в зависимости от сетки расписания).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

MatLab; MS Word; MS Excel; Zemax.

Рабочую программу составил Югов В.И. _____
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя)
Ген. директор ООО «ВладИнТех» А.В. Осипов _____
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и прикладной математики
Протокол № 1 от 02.09.2019 года
Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
Протокол №1 от 02.09.2019 года
Председатель комиссии _____ Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____